

Notitie / Memo

HaskoningDHV Nederland B.V.
Water & Maritime

Aan: Waterschap Limburg - Projectteam Lob van Gennep
Van: Casper Boon (Fugro) en Nick Stoop (Fugro)
Datum: 13 maart 2025
Kopie: Archief
Ons kenmerk: BI4474_W422-26_Memo_aanpak_werkingsgebieden_20250312_C03
Classificatie: Projectgerelateerd
Gecontroleerd door: Nick Stoop (Fugro), Ronald Hergarden en Erik Arnold (RHDHV)
Vrijgegeven door: Roel van de Laar (RHDHV)

Onderwerp: Lob van Gennep - Aanpak werkingsgebieden

1 Inleiding

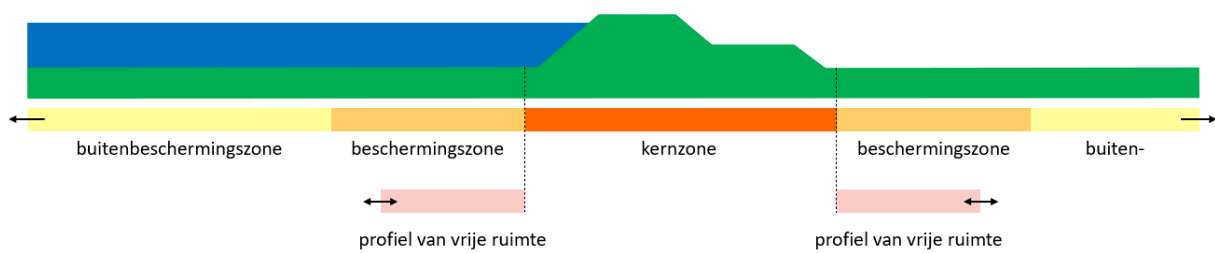
In het kader van de dijkveiligheid en toekomstige dijkversterkingen zijn er beperkingen in de zone gelegen rondom (de nieuwe) dijk. Deze werkingsgebieden zijn opgenomen in de waterschapsverordening van het waterschap Limburg. Deze zones worden de kernzone, beschermingszone, het profiel van vrije ruimte en de buitenbeschermingszone genoemd. De beschermingszones garanderen de stabiliteit gedurende de ontwerplevensduur (50 jaar). Het profiel van vrije ruimte (PVVR) wordt bepaald voor de toekomstige versterking met een zichtjaar van 100 jaar, zodat er in de toekomst voldoende ruimte beschikbaar is. In deze memo is een algemene aanpak opgesteld voor het bepalen van de kernzone, beschermingszone, het PVVR en de buitenbeschermingszone voor het project Lob van Gennep.

1.1 Doel / probleem

Met het oog op toekomstige dijkversterkingen is het noodzakelijk dat er ruimte wordt gereserveerd rondom de nieuwe dijk. Hiervoor worden verschillende zones aangewezen rondom de dijk, zoals weergegeven in Figuur 1-1. De verschillende zones die door Waterschap Limburg worden gehanteerd zijn:

- Kernzone.
- Beschermingszone.
- Profiel van vrije ruimte.
- Buitenbeschermingszone.

De breedte van de verschillende zones is afhankelijk van de ontwerphorizon van de dijk, het invloedsgebied van de faalmechanismen piping en macrostabiliteit en van de zones voor beheer en onderhoud. De ontwerphorizon voor de dijkversterking voor het project Lob van Gennep is 50 jaar (zichtjaar 2075). De kernzone en beschermingszone bepaald voor 50 jaar zijn ten behoeve van de instandhouding van het dijkontwerp. Het profiel van vrije ruimte betreft de reservering voor de toekomstige binnen- en/of buitenwaartse versterking in grond voor het zichtjaar 2125, inclusief de ruimte die daarbij nodig wordt geacht voor beheer en onderhoud.



Figuur 1-1: Zonering dijk zoals gehanteerd door Waterschap Limburg

Het doel van deze memo is het beschrijven van een aanpak voor het bepalen van de kernzone, de beschermingszone, het profiel van vrije ruimte en de buitenbeschermingszone.

1.2 Referenties

1. Reserveringszone, STOWA, geraadpleegd op 18 maart 2024 via:
<https://www.stowa.nl/deltafacts/waterveiligheid/waterveiligheidsbeleid-en-regelgeving/reserveringszone>
2. B14474_W421-1_Uitgangspunten Technisch ontwerp dijkversterking_230628_C05, Royal HaskoningDHV / Fugro / Veenenbos en Bosch, 28 juni 2023

2 Aanpak zonering

Dit hoofdstuk beschrijft de aanpak voor het bepalen van de zonering voor de nieuwe dijk. Dit is gedaan voor respectievelijk de kernzone (Paragraaf 2.1), de beschermingszone (Paragraaf 2.2.2), het profiel van vrije ruimte (Paragraaf 2.3) en de buitenbeschermingszone (Paragraaf 2.4). In Paragraaf 2.5 is de bepaling van de zonering rondom de dijk beschreven.

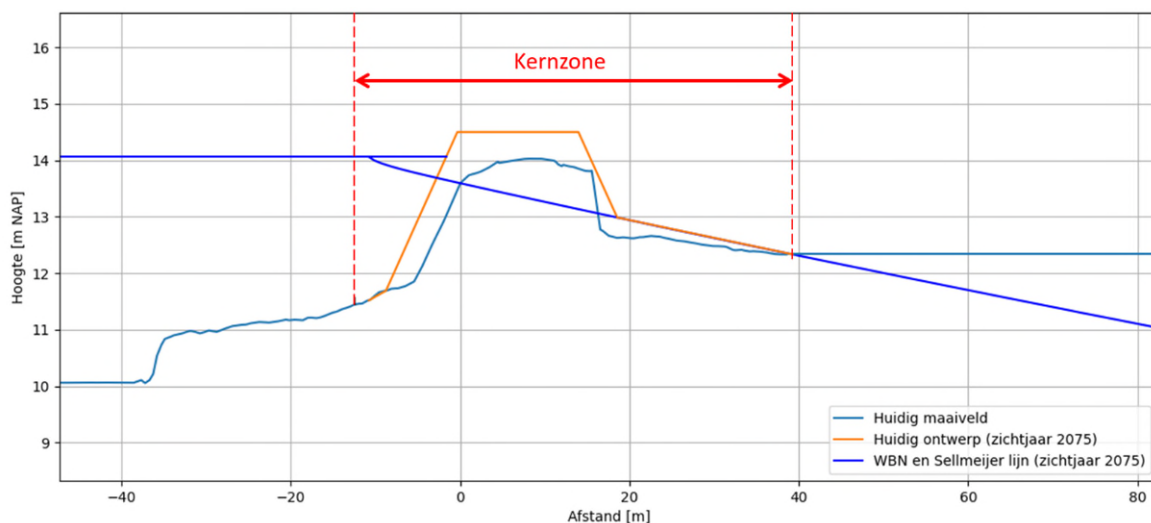
2.1 Kernzone

Voor de kernzone van de waterkering wordt voor het project Lob van Gennep het volgende gehanteerd:

- Waterkerend grondlichaam (OBT-00003):
 - o De kernzone bestaat uit het gebied tussen de buitenteen en de binnenteen van de dijk (dijkontwerp voor zichtjaar 2075). Een eventuele stabiliteitsberm maakt ook onderdeel uit van de kernzone.
 - o Indien er een klei-inkassing ter plaatse van de dijken aanwezig is dan dient deze ook onderdeel te zijn van de kernzone. De kernzone loopt dan van begin klei-inkassing bij de buitenteen tot einde klei-inkassing bij de binnenteen. De klei-inkassing heeft doorgaans een lengte van 2 m, gemeten vanaf de dijken.
 - o Stabiliteitsmaatregelen en Piping maatregelen, zowel binnen- als buitenwaarts behoren tot de kernzone. Binnen Lob van Gennep zijn de volgende objecttypen van toepassing:
 - Stabiliteitsberm binnenwaarts (OBT-00017); de kernzone reikt tot de teen van de berm.
 - Pipingberm binnenwaarts (OBT-00085); de kernzone reikt tot de teen van de berm.
 - In het geval van "aanhelingen" (binnendijkse ophoging van bestaand maaiveld, meestal met een flauw talud of opvulling van een binnendijkse laagte) in verband met piping (OBT-00085): de kernzone reikt tot einde van de aanheling van het binnendijks maaiveld, tenzij expliciet rekening is gehouden met extra overhoogte van minimaal 0,5 m en toekomstige ontgravingen.
 - In geval van 'aanhelingen' in verband met stabiliteit (OBT-00017): de kernzone reikt tot benodigde lengte stabiliteitsmaatregel (bijv. (fictief) onderliggende stabiliteitsberm).
 - In geval van 'aanhelingen' ten behoeve van ruimtelijke inpassing (bijv. het voorkomen van ingesloten laagtes of egaliseren maaiveld) behoren **niet** tot de kernzone
 - Heavescherm (als piping maatregel binnenwaarts) (OBT-00086); kernzone is inclusief heavescherm uitgaande van een constructiezone van 1,0 m tenzij uit het ontwerp van het heavescherm een grotere breedte volgt (zie toelichting bij waterkerende langsconstructies hieronder).
 - o De Inspectiestrook van 2,0 m (overlappend met de klei-inkassing) maakt ook onderdeel uit van de kernzone.
 - o Indien er een Onderhoudspad voor de Waterkering aanwezig is ter plaatse van de dijken dan dient deze ook onderdeel te zijn van de kernzone. Er dient hierbij rekening te worden gehouden met een breedte van het pad van 3,75 m, waarvan 2,0 m overlappend is met de klei-inkassing/ inspectiestrook.
 - o Watergangen en bijbehorende paden voor beheer en onderhoud aan de watergangen behoren niet tot de kernzone van de waterkering.

- o De begrenzing van de kernzone is een vloeiende lijn die op pragmatische wijze wordt bepaald op basis van bovenstaande uitgangspunten.
- Waterkerende langsconstructie (OBT-00040):
Voor de het bepalen van de kernzone is onderstaande globale aanpak gehanteerd. De aanpak kan op basis van nieuwe kennis of voorbeelden worden aangescherpt. Het betreft hier een 'zelfstandig waterkerende constructie', dus een constructieve (keer)wand o.i.d. inclusief een eventuele verankering. Het betreft dus niet een stabiliteitsconstructie (binnen- of buitenwaarts; OBT-00018 resp. OBT-00092) en niet een waterkerend kunstwerk (OBT-00042).
 - o De kernzone van een waterkerende langsconstructie bestaat uit de constructiezone van 1,0 m, tenzij uit het ontwerp een grotere breedte volgt.
 - o Indien de constructie van een verankering wordt voorzien, dan is ook het ankerveld aan te geven bij de zoneringen. Dat is een special binnen de waterschapsverordening.
 - o Binnendijs geldt bij constructies een inspectiepad van 1 m en een zone van 3m als obstakelvrije zone. In totaal is dus 4 m vanaf de constructiezone nog onderdeel van de kernzone binnendijs.
 - o Buitendijs geldt bij constructies een inspectiepad van 1 m als onderdeel van de kernzone.

Het bepalen van de kernzone van waterkerende constructies is sterk verbonden aan het inpassingsvraagstuk zoals de ontwerpoplossing en de ruimtebeperkingen. Het is advies is om deze situaties individueel te beschouwen.



Figuur 2-1: Voorbeeld bepaling kernzone. In het ontwerp is een horizontale pipingmaatregel (aanheling) voorzien met een lengte en hoogte tot minimaal aan de Sellmeijer lijn. De kernzone reikt zodoende tot aan het einde van de aanheling.

2.2 Beschermingszone

Afhankelijk van het type kering wordt de beschermingszone op de volgende manier bepaald:

- Waterkerend grondlichaam (OBT-00003):
 - o De beschermingszone wordt bepaald aan de hand van de invloedslijnen voor macrostabiliteit en piping uitgaande van zichtjaar 2075. Voor macrostabiliteit is deze invloedslijn de kritische stabiliteitslijn, die kan worden bepaald aan de hand van een glijvlakberekening. Voor piping is deze invloedslijn de kritische pipinglijn, die kan worden bepaald aan de hand van een berekening met de rekenregel van Sellmeijer. De grens

van de beschermingszone wordt gehouden op de afstand waarbij een ontgraving van 2,5 m diep de invloedslijn niet meer wordt doorkruist (2,5 m is de ontgravingsdiepte binnen de buitenbeschermingszone die vergunningsvrij ontgraven mag worden). Voor het bepalen van de invloedslijnen is een aanpak opgesteld in Paragraaf 2.2.1 (macrostabiliteit) en Paragraaf 2.2.2 (piping).

- o Voorlandverbetering (als piping maatregel buitenwaarts) (OBT-00087); de beschermingszone reikt tot einde (rivierzijde) van de voorlandverbetering. Toelichting: Bij het ontwerp van deze maatregelen is al rekening gehouden met verstoringen van de toplaag of ontgravingen van 0,50 m zoals die volgens de Waterschapsverordening zijn toegestaan binnen de Beschermingszone.
- o Te beschermen voorland (bestaande situatie/ bodem) is onderdeel van de Beschermingszone.
- o Indien er een heavescherm wordt toegepast geldt er een zone van 5 m aan weerszijden van de constructiezone.

De begrenzing van de beschermingszone is een vloeiende lijn die op pragmatische wijze wordt bepaald op basis van bovenstaande uitgangspunten.

- Waterkerende langsconstructie (OBT-00040):
 - o Voor een (zelfstandig kerende) constructie wordt de beschermingszone bepaald aan de hand van het invloedsgebied voor stabiliteit en piping. Vervolgens dient te worden bepaald welk faalmechanisme (macrostabiliteit of piping) leidt tot de meest maatgevende beschermingszone.
 - Het invloedsgebied voor stabiliteit kan worden bepaald o.b.v. glijvlakberekeningen bij het ontwerp van de constructie. Hierbij wordt uitgegaan van zichtjaar 2125, omdat constructies in het algemeen voor 100 jaar worden ontworpen. Afhankelijk van het soort berekening dat wordt uitgevoerd voor het ontwerp kunnen dit glijcirkels zijn of glijvlakken. Indien geen specifieke berekeningen of modellen beschikbaar zijn vanuit het ontwerp van de constructie, dan wordt als benadering uitgegaan van 1H:3V vanaf onderzijde constructie.
 - Voor het invloedsgebied voor piping wordt ervan uitgegaan dat de constructie, en de lengte van een eventueel kwelscherm daaronder, minimaal is getoetst als heavescherm. Voor het faalmechanisme piping is dan een invloedslijn niet meer aan de orde. In dit geval dient er een ruimte van 5 meter aan weerszijden van de constructiezone te worden aangehouden als beschermingszone.

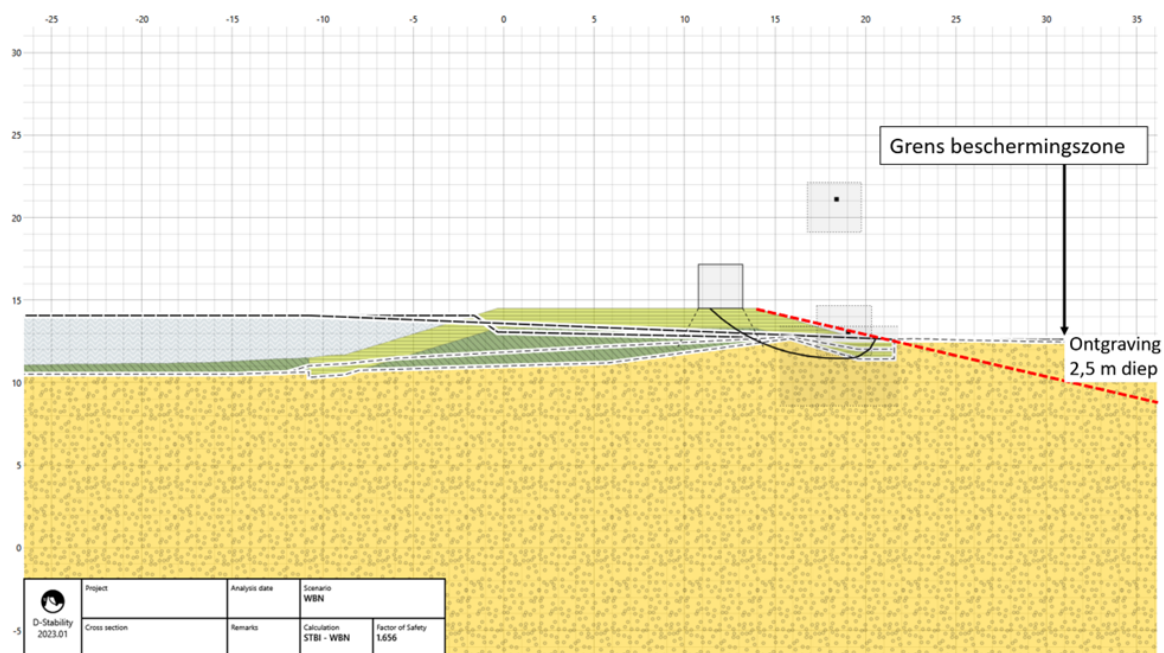
Het bepalen van de beschermingszone van waterkerende constructies is ook sterk verbonden aan het inpassingsvraagstuk zoals de ontwerpoplossing en de ruimtebeperkingen. Het is advies is om deze situaties individueel te beschouwen.

2.2.1 Macrostabiliteit

Voor het bepalen van de kritische stabiliteitslijn voor het bepalen van de beschermingszone dienen eerst stabiliteitsberekeningen te worden uitgevoerd aan de hand van de software D-Stability voor het zichtjaar 2075. Voor de stabiliteitsberekeningen zijn tevens de randvoorwaarden (zoals waterstanden en kruinhoogte) met betrekking tot het zichtjaar 2075 benodigd. Deze kunnen voor de verschillende deelgebieden worden aangehouden conform TUN [2].

De kritische stabiliteitslijn is de lijn die zowel de binnenkruinlijn als het uittredepunt van het maatgevende glijvlak kruist. In Figuur 2-2 is een voorbeeld gegeven van de bepaling van de kritische stabiliteitslijn voor het zichtjaar 2075 (bepaling beschermingszone). Zoals is te zien in kruist de stabiliteitslijn het uittredepunt van het glijvlak.

Indien de invloedslijn voor macrostabiliteit maatgevend is dan wordt de grens van de beschermingszone gehouden op de afstand waarbij een ontgraving van 2,5 m diep de kritische stabiliteitslijn niet meer doorkruist. In Figuur 2-2 is een binnendijs voorbeeld gegeven.

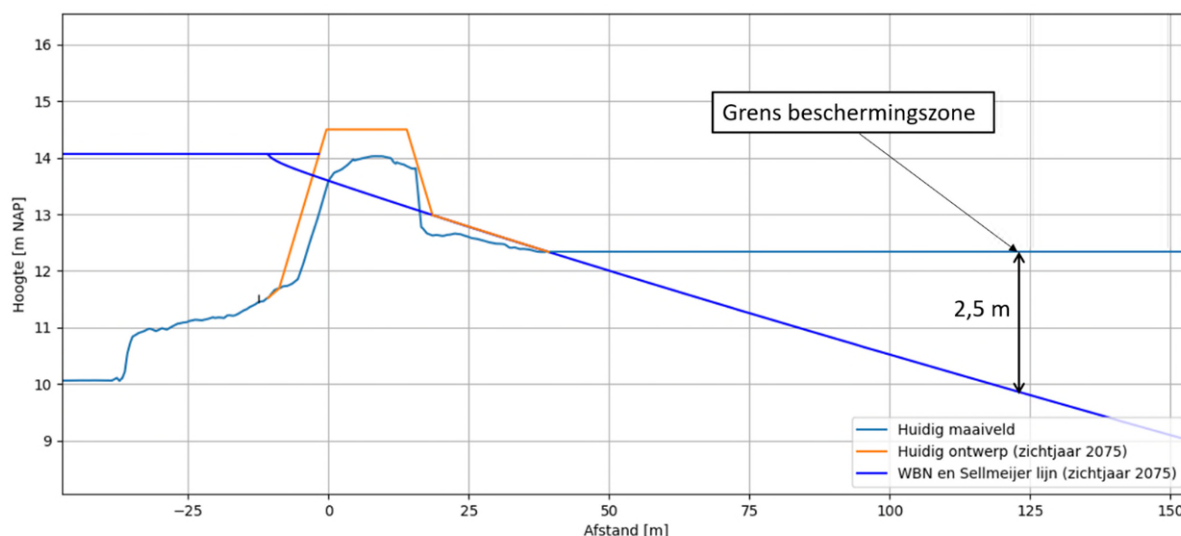


Figuur 2-2: Voorbeeld bepaling grens beschermingszone.

2.2.2 Piping

Voor het bepalen van de beschermingszone dient tevens de kritische pipinglijn te worden bepaald. Hiervoor dient de Sellmeijer lijn te worden opgesteld. Deze lijn wordt opgesteld aan de hand van de rekenregel van Sellmeijer. Voor de hoogte van het uittredepunt (h_{exit}) is aan de hand van de rekenregel van Sellmeijer de benodigde kwelweglengte berekend. Dit wordt meerdere keren voor verschillende hoogtes van het uittredepunt gedaan, met een stapgrootte van 0,05 m. Op deze manier wordt voor elke hoogte de benodigde kwelweglengte gevonden en kan op deze wijze de Sellmeijer lijn worden opgesteld; boven deze lijn zal geen piping optreden in het achterland.

Voor het bepalen van de beschermingszone dient voor het opstellen van de Sellmeijer lijn een berekening te worden uitgevoerd voor het zichtjaar 2075. Een voorbeeld van de Sellmeijer lijn is weergegeven in Figuur 2-3.



Figuur 2-3: Voorbeeld kritische pipinglijn voor zichtjaar 2075.

In het voorbeeld is uitgegaan van een aanheling van het achterland tot een niveau van NAP +11,85 m. De weergegeven raaklijn aan de Sellmeijer-lijn is een simplificatie van de Sellmeijer-lijn die kan worden gehanteerd voor het ontwerp van een aanheling. Indien de invloedslijn voor piping maatgevend is dan wordt de grens van de beschermingszone gehouden op de afstand waarbij een ontgraving van 2,5 m diep de kritische pipinglijn niet meer doorkruist (zie vergelijkbaar voorbeeld uit Figuur 2-2).

Indien er een heavescherm wordt ontworpen als versterkingsmaatregel voor het faalmechanisme piping dan is de invloedslijn voor piping niet meer aan de orde. In dit geval dient er een ruimte van 5 meter aan weerszijden van de constructiezone te worden aangehouden als beschermingszone. Vervolgens dient te worden bepaald welk faalmechanisme (macrostabiliteit of piping) leidt tot de meest maatgevende beschermingszone.

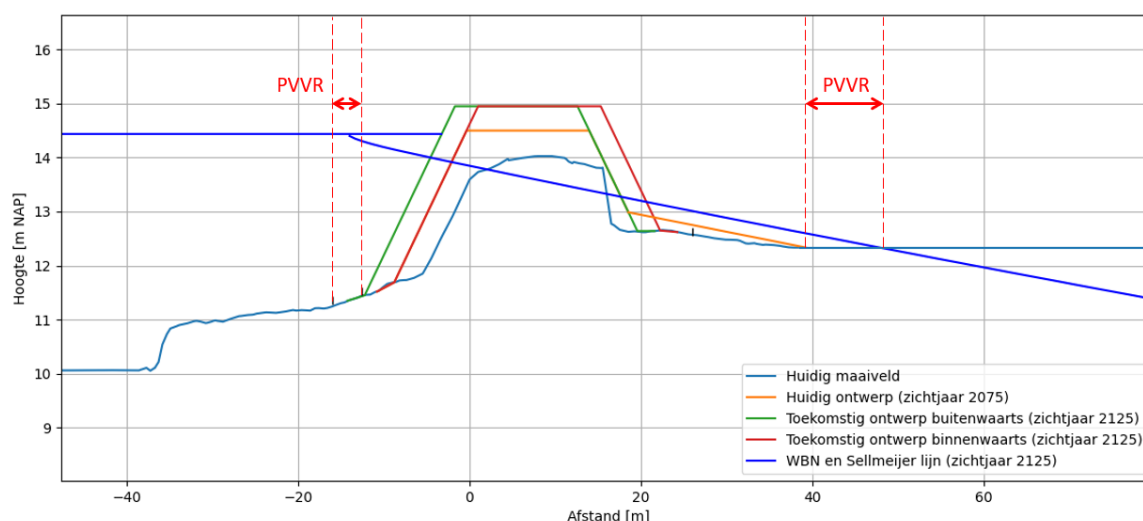
2.3 Profiel van vrije ruimte

Het profiel van vrije ruimte (PVVR) van de waterkering wordt gedefinieerd als de ruimtereservering voor een toekomstige binnen- en/of buitendijkse dijkversterking voor het zichtjaar 2125 inclusief de ruimte die daarbij nodig wordt geacht voor beheer en onderhoud. De reserveringen voor het zichtjaar 2125 voor het project Lob van Gennep worden op de volgende wijze bepaald:

- De reserveringen zijn het gebied tussen de buitenteen en de binnenteen van de dijk van het toekomstige dijkontwerp zichtjaar (zichtjaar 2075) minus de kernzone van huidige dijkontwerp (zichtjaar 2125). Voor de benodigde ruimte van de toekomstige dijkversterking dient voor macrostabiliteit zowel een binnendijkse versterking als voor een buitendijkse versterking te worden bepaald (zie Figuur 2-4).
- Voor piping wordt de reservering bepaald met de kritische pipinglijn voor 2125, die kan worden bepaald aan de hand van een berekening met de rekenregel van Sellmeijer uitgaande van een binnendijkse versterking. De grens van het profiel van vrije ruimte reikt tot het binnendijks maaiveld.
- Indien er een klei-inkassing ter plaatse van de dijken aanwezig is dan dient deze ook onderdeel te zijn van de reservering voor de toekomstige dijkversterking. De klei-inkassing heeft een lengte van 2 m, gemeten vanaf de dijkteen.

- Indien er een beheer- en onderhoudspad aanwezig zijn ter plaatse van de dijken dan dienen deze ook onderdeel te zijn van de reservering voor de toekomstige dijkversterking. Er dient hierbij altijd rekening te worden gehouden met een breedte van het pad van 3,75 m, ook indien een Inspectiestrook van 2,0 m, overlappend met de klei-inkassing, zou volstaan in zichtjaar 2125. Dit vanwege werkruimte voor eventuele aanpassing van de klei-inkassing en uitbreiding aan de teen.
- De watergangen maken geen onderdeel uit van het profiel van vrije ruimte van de dijk. Watergangen hebben conform de beleidsregels van het waterschap Limburg eigen werkingsgebieden. Hierbij wordt opgemerkt dat bij de bepaling van de werkingsgebieden van de watergangen rekening gehouden moet worden met het profiel van vrije ruimte van de dijk. Dit kan leiden tot een toekomstige verschuiving van de watergang.
- Het PVVR aan de binnenzijde én de buitenzijde is begrensd op 40,0 m breed.

De begrenzing van het profiel van vrije ruimte is een vloeiende lijn die op pragmatische wijze wordt bepaald op basis van bovenstaande uitgangspunten. Een voorbeeld van de bepaling van het profiel van vrije ruimte voor een waterkerend grondlichaam is weergegeven in Figuur 2-4.

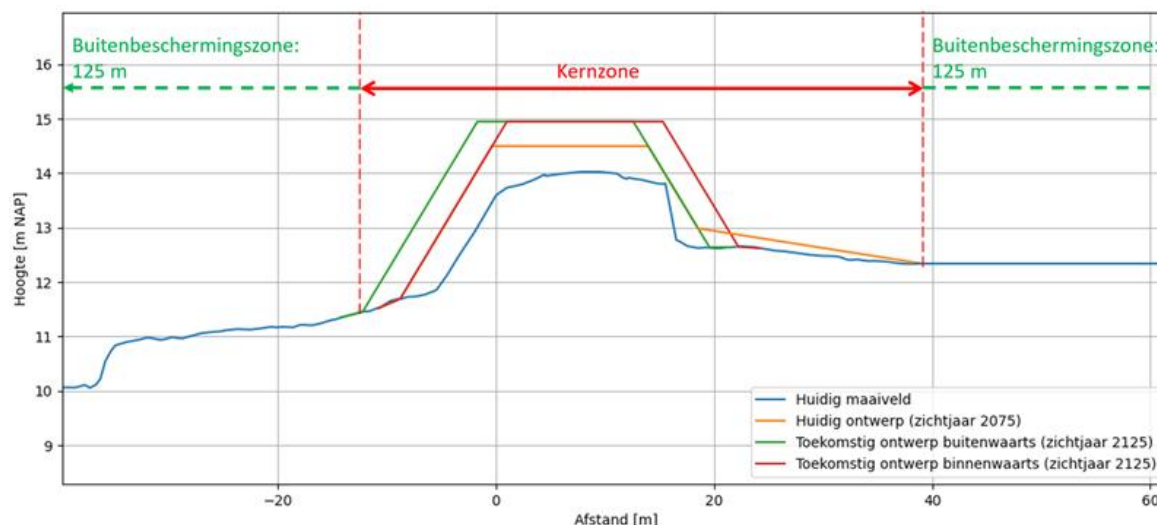


Figuur 2-4: Voorbeeld bepaling profiel van vrije ruimte.

Voor (zelfstandig waterkerende) constructies wordt uitgegaan van een PVVR dat gelijk is aan de Beschermingszone, omdat de constructie al is ontworpen op zichtjaar 2125 en de zone van 5m rond de constructiezone voldoende wordt geacht voor het uitvoeren van versterkingen.

2.4 Buitenbeschermingszone

De grens van de buitenbeschermingszone bevindt zich op een afstand van 125 m vanaf de kernzone van de waterkering. Een voorbeeld van de bepaling van de buitenbeschermingszone is weergegeven in Figuur 2-5.

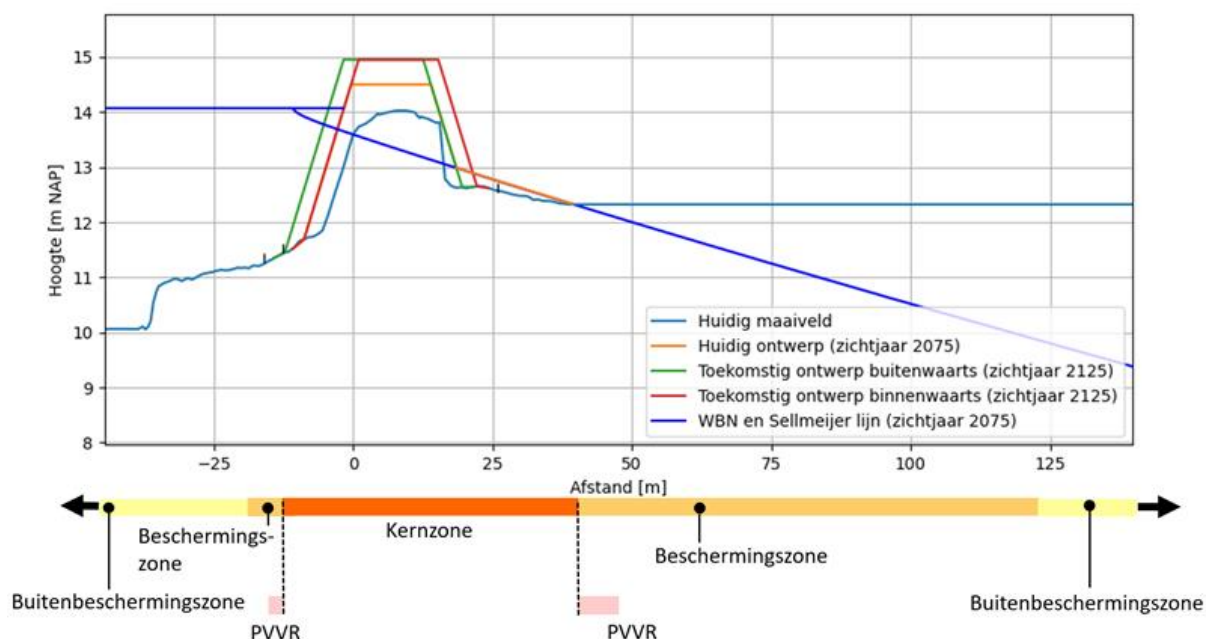


Figuur 2-5: Voorbeeld bepaling buitenbeschermingszone.

2.5 Bepaling zonering

Voor het bepalen van de zonering dient de aanpak van bovenstaande stappen te worden doorlopen. Samenvattend dient het ontwerp voor zichtjaar 2075 te worden bepaald aan de hand van stabiliteits- en pipingberekeningen om de **kernzone** te bepalen, inclusief de ruimte benodigd voor een klei-inkassing en een beheerstrook (afhankelijk van de taludlengte: bij taludlengtes >6m is een beheerstrook van 3,75 m aan de teen van de dijk noodzakelijk). Vervolgens dienen de kritische stabiliteitslijnen en de kritische pipinglijn te worden bepaald voor het zichtjaar 2075 voor het bepalen van de **beschermingszone**. Daarna dient het **PVVR** te worden bepaald aan de hand van stabiliteits- en pipingberekeningen voor zichtjaar 2125, aangevuld met beheerpaden van 3,75 m. Dit dient uitgevoerd te worden uitgaande van zowel een binnendijkse als een buitendijkse versterking. De **buitenbeschermingszone** kan worden afgeleid uit de kernzone (125 m afstand vanuit de kernzone).

In Figuur 2-6 is een voorbeeld van de zonering weergegeven. Merk op dat in dit voorbeeld de kritische pipinglijn maatgevend is, waardoor de binnendijkse beschermingszone relatief groot is ten opzichte van de buitendijkse beschermingszone.



Figuur 2-6: Voorbeeld zonering:

3 Samenvatting en conclusie

In deze memo is een algemene aanpak voor het opstellen van de kernzone, beschermingszone, het profiel van vrije ruimte en de buitenbeschermingszone opgesteld voor Dijkversterkingsproject Lob van Gennepe. De aanpak kan worden gebruikt voor het bepalen van de zonering van verschillende dijkvakken langs het traject van de dijk in projectgebied Lob van Gennepe.